

## Refuncionalización Obra de Control del Arroyo “El Palenque”

**Ing. Mario Horacio Borges**

Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas - MIVSP  
de la Prov. Bs. As.

Dirección: Calle 7 Nro. 1203 e/58 y 59

Tel.: 02214295098 – e- mail: [mariobor@gmail.com](mailto:mariobor@gmail.com)

## RESUMEN:

Dentro del plan de obras, que la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas lleva adelante en la zona deprimida de la Ría de Ajó, se ejecutó entre el mes de marzo de 2007 y mediados de año 2008 la recuperación y refuncionalización de la obra de control ubicada en la desembocadura del Arroyo El Palenque sobre la Ría de Ajó (plano N°1).

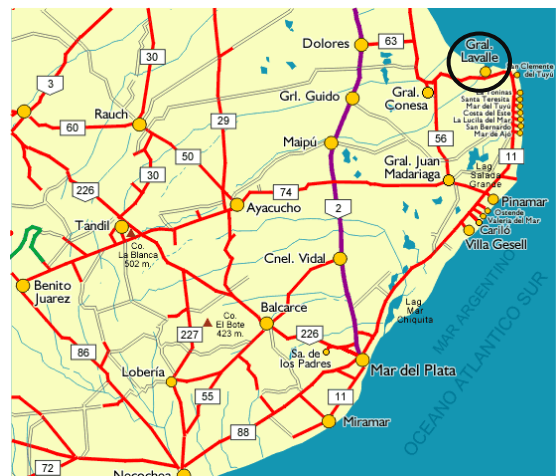
Esta Obra tenía una antigüedad de aproximada de 100 años y se había mantenido en servicio por más de 70 años, demostrando la calidad de su construcción y la acertada elección de sus materiales componentes; partiendo de estas premisas y la realización de investigaciones complementarias, se decidió elaborar un proyecto que, basándose en sus planos originales permitiera la reconstrucción de la misma devolviéndole su funcionalidad original, es decir, retener las aguas de lluvia con el fin de conservar los niveles normales de los cañadones, permitiendo así la disponibilidad de agua potable para la cría de animales, a la par de regular los escurrimientos en los arroyos y canales, evacuando sólo los excesos.

## 1- INTRODUCCIÓN:

El mencionado Plan, incluía entre otras obras estructurales, la puesta en servicio de dos obras de Control ubicadas en la desembocadura del Arroyo “El Palenque” sobre la Ría de Ajó. En un caso, de una obra de fábrica con compuertas de hierro de accionamiento manual, y la otra una obra de Control compuesta por 20 compuertas automáticas y cuatro manuales, todas de madera, con una extensión de 50 metros de cierre y ubicada sobre el sector sudoeste de la desembocadura del mencionado Arroyo sobre la Ría de Ajó (foto Nro. 1).



**Foto Nro.1** Vista Aérea desembocadura del Arroyo El Palenque sobre la Ría de Ajó



**Plano N° 1:** Ubicación geográfica de la obra sur de la Bahía de Samborombón

## 2 – ANTECEDENTES:

Aproximadamente por el año 1910 se ejecutó sobre la desembocadura del Arroyo “El Palenque”, sobre la Ría de Ajó una obra de control que posibilitara la evacuación de los excedentes generados en la cuenca del Arroyo El Palenque, e impidiera el ingreso de aguas, con elevado tenor salino, desde la Ría, debido a la influencia de las mareas, hacia la cuenca del mencionado Arroyo.

Esta obra estaba concebida de manera que automáticamente de acuerdo a los niveles relativos de agua sobre el Arroyo y la Ría, se efectuara el cierre a las aguas de la Ría o permitiera el desagüe de los excedentes del Arroyo “El Palenque”.

## 3 – DESCRIPCIÓN DE LA ANTIGUA OBRA DE CONTROL:

Estructuralmente se componía de una fundación de pilotes de madera dura de 0.30 por 0.30 metros, vinculados por vigas transversales de cabezal y de arrostramiento, sobre la que se desarrollaba un entablonado en la zona propiamente de apoyo de la obra de Control de compuertas.

Hacia adelante avanzando sobre la Ría de Ajó, se extendía un zampeado o losa de restitución de aproximadamente 6.30 metros de longitud (foto n° 2) y hacia la embocadura del Arroyo tenía un revestimiento que llegaba a los 4.20 metros de extensión (foto n° 3). Con estos revestimientos, de aguas arriba y de aguas abajo, se permitía la evacuación de las aguas evitando los efectos de erosión general y localizada de la obra, los extremos de estas losas se cerraban sobre chapas hincadas de 1.5 m. de largo, a modo de tablestacas, para contener al suelo de apoyo de estas losas.



**Foto n°2:** restos zampeado aguas arriba



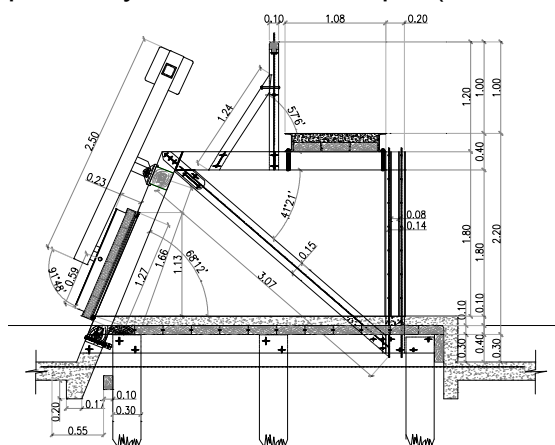
**Foto n° 3:** restos blanquet aguas abajo

La superestructura constaba de veinte compuertas automáticas de 2.26 metros de ancho, cuatro manuales de bajo nivel y todos los vanos se cerraban aguas arriba, mediante Stop Lanks. Las compuertas estaban armadas de tableros de madera, sobre marcos metálicos y vinculadas a una estructura de montantes. (plano N°2). Toda esta Superestructura de cierre estaba construida en madera dura (quebracho), que en algunos trozos inferiores aún presentan vestigios de un sistema de protección mediante una impregnación con alquitrán. Los marcos del tablero de las compuertas automáticas y las guías de deslizamiento de las compuertas manuales y de las Stop Lanks eran de hierro, estando los primeros con un tratamiento de zincado.

El sistema de apertura y cierre de las compuertas automáticas se materializaba mediante contrapesos de hierro de fundición, mientras que las manuales se accionaban mediante engranajes y manivelas desde la pasarela o vereda superior de servicio. (fotos n°4 y n°5).



Toda esta obra de Control se apoyaba sobre dos estribos de fábrica revocados, ubicados a ambos laterales de la misma, fundados sobre pilotes de madera y con un cierre inferior, para evitar la erosión, de chapas de acero galvanizadas hincadas. Los taludes hacia ambos lados estaban protegidos con piedras y entablonados al pie ( foto n°6)



**Plano N°2:** Reconstrucción del plano original. compuerta automática sobre montantes madera Vereda de servicios.



**Foto N°4 :** Contrapeso de compuerta comp.,



**Foto N°5 :** Engranajes y ejes de manivelas accionamiento manual



**Foto N° 6:** Vista de los estribos de fábrica revocados taludes con protecciones de pie.

#### 4 – ESTUDIOS PREVIOS:

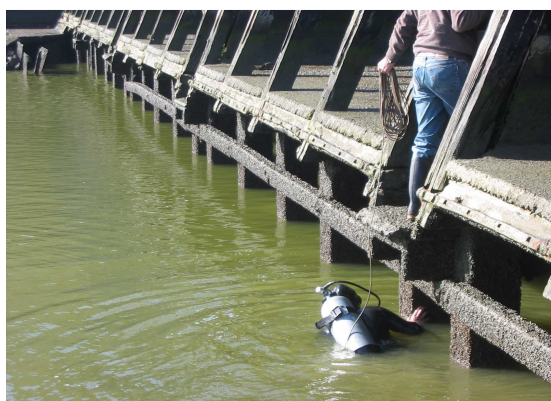
Las primeras evaluaciones llevadas adelante consistieron en la realización de inspecciones oculares, que permitieron considerar el estado de esta obra y la posibilidad de llevar adelante su recuperación, así como la reconstrucción de los planos originales, a partir de una copia que se encontraban en poder del Distrito Dolores de la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas. La obra se presentaba abandonada desde hacía aproximadamente 30 años, el cierre de este brazo del Arroyo El Palenque se materializaba mediante un terraplén, sin ninguna posibilidad regulación del Arroyo.

El estado que presentaba esta antigua obra de control, evidenciaba una total destrucción de sus soleras (blanquet) de aguas arriba y de aguas abajo, que alcanza a la erosión del suelo de apoyo por debajo del entablonado sobre el que se construyeron las compuertas de cierre. La ruina de estas compuertas era prácticamente total, al haberse destruido primeramente por corrosión los hierros que conformaban los marcos, los accesorios de fijación y anclajes, con el consecuente

desarme de los tableros de madera de quebracho. Las estructuras de montantes de madera, donde se apoyaban estas compuertas, se encontraban semi derruidas, con algunas partes en pie pero con los accesorios de fijación, de metal, sumamente afectados, la pasarela de servicios superior permitía aún la circulación sobre la obra de control.

No se observaba socavaciones importantes de los estribos, presentando en general, los mismos, un buen estado de conservación sobre ambas márgenes.

Como parte de estos estudios previos, se realizó una inspección subacuática (foto n° 7), que permitió confirmar el buen estado general de la infraestructura de la obra consistente en tres filas de pilotes sus vigas transversales de vinculación y un entablonado de apoyo. Es de destacar que estas partes estructurales (fundamentalmente los pilotes) se encontraban casi permanentemente bajo agua.

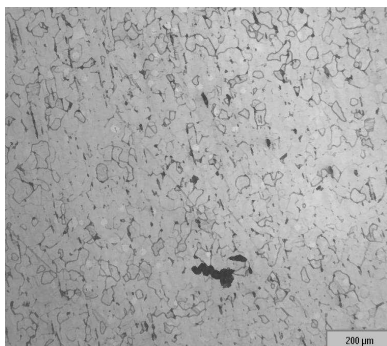


**Foto N°7:** Inspección subacuática del estado de la infraestructura

Por otra, parte se extrajeron muestras de algunos de los componentes metálicos de los marcos y chapas de armado de las compuertas, y de partes de la estructura de madera, que fueron ensayados en el LEMIT.

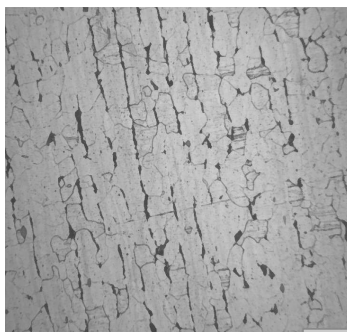
Los resultados de los ensayos de los componentes metálicos mencionados permitió conocer la composición del hierro, su antigüedad aproximada (fotos n° 8, 9) y acercar el espesor de recubrimiento de zincados que variaban entre los 0.30 y 0.60 mm (foto n° 10), y también analizar los recubrimientos usados como protección sobre maderas, etc.

**Foto N° 8** Micrografía Perfil U (8x)



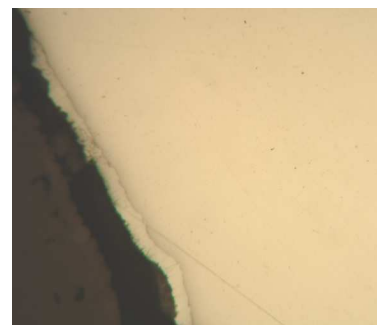
Acero de bajo carbono, grano N° 6, la estructura es ferrita con escaso contenido de perlita, con gran número de inclusiones

**Foto N° 9** Micrografía muestra de Chapa (16x)



Material ferrítico, de bajo carbono, con gran número de inclusiones, grano N° 6

**Foto N° 10** Perfil U, medición capa cincada



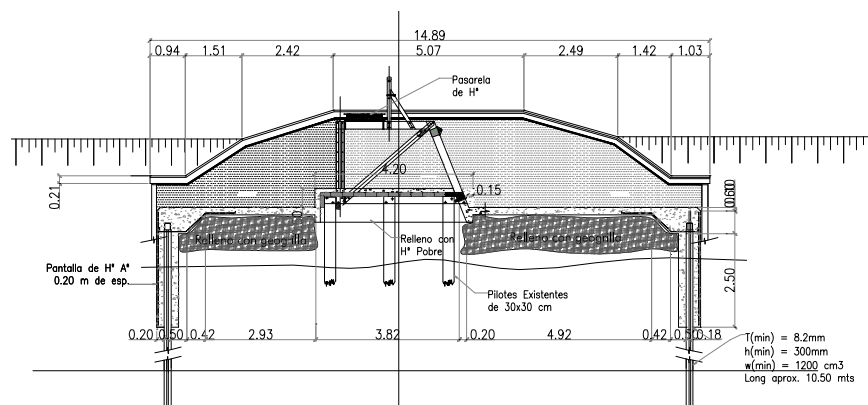
Se midió un espesor de recubrimiento de zinc que variaba entre 0.3 mm y 0.06 mm

Por su composición permitió concluir que se trataba de un acero de principio del siglo XX.



## 5 – RECONSTRUCCIÓN DE LA OBRA DE CONTROL

Como resultado de los estudios y relevamientos efectuados, así como posibilidad de reconstruir los antiguos planos, se decidió, a partir de la antigua estructura, la recuperación y puesta en funcionamiento de esta obra de control tratando de respetar el proyecto original (plano n° 3), partiendo de la infraestructura de pilotes existentes, que sirvieron nuevamente, de apoyo al piso y estructuras de sostén del nuevo sistema de compuertas, como cierre de las losas de embocadura y restitución, se ejecutó un tablestacado metálico (foto n° 11), conformando un Cofferdam, que evite la erosión generalizada de la obra y su sifonaje (como había sucedido con la antigua obra), este tablestacado fue diseñado con una vida útil de 50 años, estimando para ello el nivel de agresión del medio, y recomendaciones de la norma alemana<sup>1</sup>. Las nuevas soleras de hormigón especialmente diseñado, se apoyaran a su vez en una base de suelo seleccionado reforzado con geosintéticos para mejorar su capacidad portante y el drenaje considerando las subpresiones (foto n° 12).



**Plano N° 3:** Corte transversal del proyecto de recuperación de la Obra de Control, se observan los nuevos tablestacados de aguas arriba y aguas abajo protegidos en los primeros metros contra la corrosión (zona de splash). Se mantiene la infraestructura de apoyo con los antiguos pilotes de madera, y los estribos, se reconstruyen las losas embocadura y restitución (blanquet).



**Foto N° 11** Hincado de tablestacas de cierre



**Foto N° 12** Pilotes de la antigua obra, relleno con suelo reforzado

La estructura de montantes y las compuertas se ejecutaron con madera dura de características similares a la original quebracho colorado, el trabajo de reconstrucción de los montantes de madera dura (*Schinopsis balansae*), se previó identificando cada una de las piezas existentes (foto n° 13), de esta manera se pudo proceder al ensamble con la infraestructura original (foto n° 16), realizando para ello

un trabajo prácticamente artesanal, incluidos los asientos de compuertas para su ajuste y cierre sobre los montantes.

Todas las piezas y accesorios de vinculación de estas compuertas fueron sometidos previamente a un tratamiento de galvanizado en caliente <sup>2,3</sup>, proceso que garantiza la unión química entre el zinc y el acero o hierro; el espesor especificado estaba entre 90  $\mu\text{m}$  y 120  $\mu\text{m}$ , dependiendo de la pieza a tratar y para lograr una mayor resistencia físico-química, a este tratamiento, se la adicionó un sistema de pintura, teniendo en consideración su grado de exposición conformando así un sistema duplo de protección (fotos 14 y 15).



Foto N° 13 Identificación de los distintos componentes



Foto N° 14 Reemplazo de montantes de madera y tratamiento duplo sobre piezas hierro



Foto N° 15



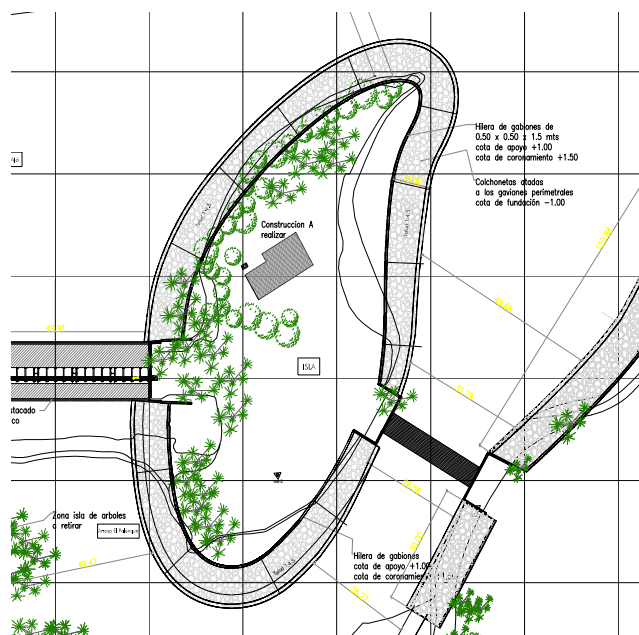
Foto N° 16

## 6 – RECUPERACIÓN DE LA ZONAS EROSIONADAS DE LA ISLA Y SU ENTORNO:

Los continuos desniveles del agua, provocados, por un lado, por la influencia diaria de las mareas, y por otro por las alturas que alcanzan las aguas en el propio Arroyo “El Palenque”, habían provocado importantes erosiones sobre la propia isla, donde se apoyan las dos obras control (foto 17), así como sobre todo el entorno que conforman en la zona la Isla y Ría (foto 19), esta erosión ya estaba poniendo en riesgo, no solamente la estabilidad de estas zonas, sino el funcionamiento mismo de todo el cierre que separa las aguas del Arroyo “El Palenque” de las aguas saladas de la Ría de Ajó. Se proyectó entonces, con esta obra la recuperación los sectores costeros erosionados mediante el relleno y la protección de los nuevos taludes con la colocación de colchonetas de alambre revestidas especialmente y



rellenas con piedras, apoyadas sobre una manta geotextil que actuará a modo de filtro, colocando sobre el coronamiento de los taludes protegidos, para mejor estabilidad, de las protecciones, una línea de gaviones, plano nº 4 y fotos 18 y 20.



**Plano N° 4; fotos 17 y 18:** Recuperación de las zonas erosionadas de la Isla, con rellenos de suelos y el revestimiento de taludes con colchonetas y gaviones de alambre rellenos con piedras para proteger la costa de las erosiones causadas por el movimiento de las aguas.

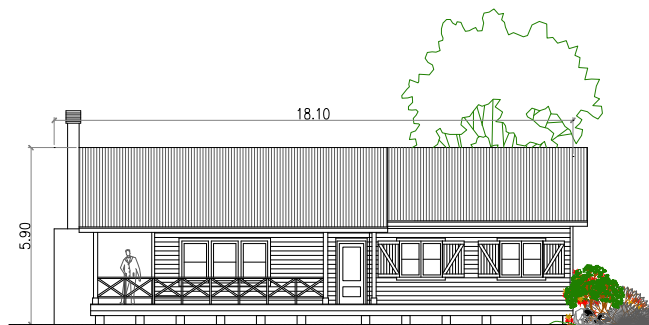
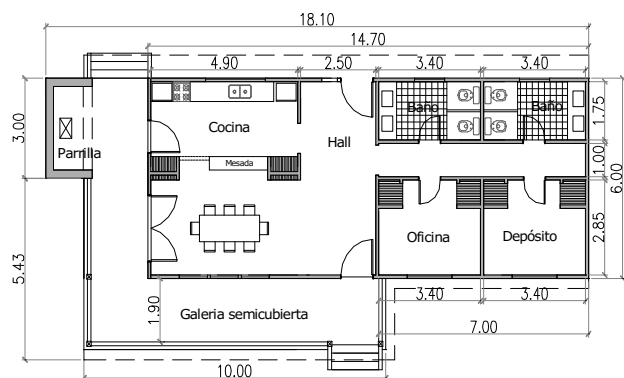


**Foto 19:** sector Ría completamente erosionado



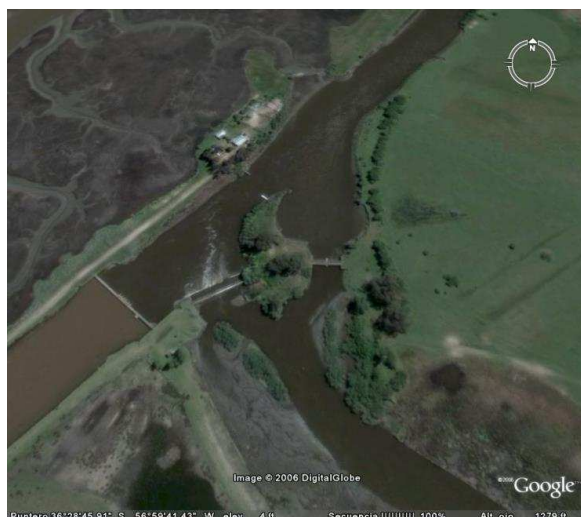
**Foto 20:** Recuperación y protección de costas de la Ría

Como complemento de la recuperación integral de estas obras de control, se ejecutaron instalaciones para la guarda de elementos e instrumental de las obras de control con una oficina y baños. Estas construcciones, armonizando con el entorno natural, se realizaron íntegramente de madera, con tratamiento ignífugo, y con instalaciones complementarias que permiten el tratamiento de los desagües cloacales, y una planta compacta de tratamiento de aguas para uso doméstico (Plano N°5)



**Plano N° 5:** Plano de planta de las Instalaciones proyectadas para oficinas y depósito de instrumental de las obras de control.

## 7 – VISTAS ANTES Y DESPUÉS DE LA OBRA, SECTOR RÍA DE AJÓ Y ARROYO EL PALENQUE



Vista aérea erosiones Isla y Ría (2006)



Vista aérea recuperación Isla y zona de la Ría (2011)



Vista avance erosión de la Isla sector sur (2006)



Vista recuperación y protección de todo el sector sur de la Isla (2011)



Estado de la Obra de Control e Isla. antes del inicio de su refuncionalización 2006



Vista obra de Control terminada año 2008



## **8 – CONSIDERACIONES FINALES:**

La necesidad de solucionar la falta de regulación del Arroyo “el Palenque”, tan sensible para una zona esencialmente ganadera, motivó el estudio de diversas alternativas; la reconstrucción efectuada a partir de una obra de prácticamente 100 años de antigüedad, respetando la concepción ingenieril original, se ha llevado adelante con una inversión sustancialmente menor a las demás analizadas. Luego de dos años de funcionamiento la obra presenta una muy buena condición y ha revalorizado todo este sector de la Ría de Ajó y el Arroyo “El Palenque”, aportando una mejora sustancial en la calidad ambiental para el mismo. Recientemente se redactado un documento técnico, para esta obra, que apunta a un programa de mantenimiento preventivo a fin de cumplir con la vida útil propuesta para esta obra.

## **AGRADECIMIENTOS:**

Al Lemit, por la realización de los ensayos de materiales, a las autoridades de esta Institución y los profesionales que intervinieron en la realización de los mismos. A las Autoridades de la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas.



## REFERENCIAS:

- 1 Recommendations of the Committee for Waterfront Structures Harbours and Waterways ( 6<sup>th</sup> English Edition)
- 2 ASTM A 1223/A 123M – 02 .
- 3 UNE-EN/ISO 14713

## BIBLIOGRAFÍA:

Brajas M. Das “*Principio de Ingeniería de Cimentaciones*”, 5ta Edición, CENGAGE Learning Editores S.A.- (2006)

Karl Terzaghi and Ralph B. Peck “*Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica*”, Trad. Oreste Moretto 3era Edición El Ateneo S.A..-

PAVCO “*Manual de Geosintéticos PAVCO*”, Séptima Edición (2006).-

British Steel, “*Piling Handbook*”, Seventh Edition (1997).-

Gerard Kiely, “*Ingeniería Ambiental*”, Mc Graw Hill, (1999).-

Eduard Naudascher, “*Hidráulica de Canales, Diseño de Estructuras*”, Limusa Noriega, Editores (2006).-

Ven Te Chow; “*Hidráulica de canales abiertos*”, McGraw-Hill, (1998).-

Agua y Energía Eléctrica Sociedad del Estado, “*Bases Técnicas Generales Hidroelectromecánicas*”, Diciembre (1978).-

Juan De Cusa “*Reparación de Lesiones en Edificios*”, Ceac (1996).-

Frederick S. Merritt, M. Kent Loftin, Jonathan T. Ricketts “*Manual del Ingeniero Civil*”, McGraw-Hill, cuarta edition (1999).-

EAU 1990, “*Recommendations of the Committee for Waterfront Structures of Harbour and Waterways*”, Issued by Committee for Waterfront Structures of Harbour Engineering and the Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering, Ernst & Sohn Edition (1992).-

CIRSOC,” *Proyecto Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado*”, Tomo I, Julio (1982).-